

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Realizace fotovoltaické elektrárny**  
**Realization of photovoltaic power plant**

**2010**

**Jan Kavalír**

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Jan Kavalír**

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3907R001 Elektroenergetika

Téma:

Realizace fotovoltaické elektrárny  
Realization of photovoltaic power plant

Zásady pro vypracování:

V bakalářské práci zpracujte následující problematiku:

- o Druhy netradičních zdrojů elektrické energie.
- o Výroba elektrické energie z fotovoltaických elektráren.
- o Ekologické aspekty.
- o Současná legislativa - podmínky připojení, dotační programy.
- o Technické podmínky pro připojení v dané lokalitě.
- o Technicko ekonomické vyhodnocení variant.
- o Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- o Kolektiv autorů: Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice, ČEZ, s., Praha 2003
- o <http://calla.ecn.cz/atlas/>
- o <http://www.repp.org/>
- o <http://www.svn.cz/>
- o <http://www.eru.cz/>
- o Další podle pokynů vedoucího práce


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Radomír Goňo, Ph.D.**

Datum zadání: 20.11.2009

Datum odevzdání: 07.05.2010



  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.  
děkan fakulty

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny podklady, které byly použity při vypracování této práce.

Datum odevzdání bakalářské práce: 07. 05. 2010

-----  
Jan Kavalír

# Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce **Doc. Ing. Radomíru Goňovi, Ph.D.** za odborné vedení a veškerou pomoc při vypracování bakalářské práce. Dále děkuji svým rodičům, kteří mi poskytovali podporu po dobu mého studia.

# Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá realizací fotovoltaické elektrárny. V úvodu jsou připomenuty druhy netradičních zdrojů elektrické energie, fotovoltaika, vodní energie, větrná energie, biomasa, bioplyn, geotermální energie, fototermika. Podrobně je rozebrán postup při realizaci fotovoltaické elektrárny, specifikovány jsou použité komponenty. Velký důraz je dán na legislativu, podmínky připojení před realizací a doklady potřebné ke zprovoznění elektrárny. Uveden je dále způsob výkupu vyrobené elektrické energie, rozbor zeleného bonusu a povinného výkupu. Taktéž jsou zmíněny ekologické aspekty, analýza životního cyklu fotovoltaických systémů. Definovány jsou technické podmínky pro připojení a zpracováno technicko-ekonomické vyhodnocení variant.

# Abstract

This bachelor thesis deals with the implementation of photovoltaic power plant. At the beginning I have focused on the alternative sources of electrical energy like photovoltaic, water energy, wind energy and biomass. The realization of photovoltaic power plants is mentioned more deeply, as well as the used components are specified. Great emphasis is put on legislative, terms of connection before realization and documents required to commission the power plant. The means of buying produced electricity, analysis of the „green bonus“ and compulsory purchase are also mentioned. There are also noticed ecological aspects and the analysis of life cycle of the photovoltaic systems. Technical conditions for connection are defined and techno-economic evaluation of variants is processed.

# Klíčová slova

Legislativa, zákon, vyhláška, projekt, obnovitelný zdroj energie, výkupní cena, zelený bonus, povinný výkup, fotovoltaický modul, střídač, síťová ochrana, ekologie.

# Key Words

Legislative, law, decree, project, renewable energy source (RES), purchase price, the „green bonus“, compulsory purchase, photovoltaic module, chopper, network protection, ecology .

# Seznam použitých symbolů a zkratek

## Seznam zkratek:

ČHMÚ – Český hydrometeorologický úřad  
ČOV – čistírna odpadních vod  
ČR – Česká republika  
DS – distribuční soustava  
ERÚ – energetický regulační úřad  
UE – Evropská unie  
FVE – fotovoltaická elektrárna  
 $I_k$  – proud nakrátko [A]  
 $I_{mp}$  – pracovní proud [A]  
MOP – maloodběr obyvatelstvo (odběratelé z hladiny NN)  
MOO – maloodběratel obyvatelstvo (odběratelé z hladiny NN)  
NN – nízké napětí  
OTE – operátor trhu s elektřinou  
OZE – obnovitelný zdroj energie  
PPDS – pravidla provozování distribuční soustavy  
 $U_n$  – jmenovité napětí sítě [V]  
 $U_o$  – napětí naprázdno [V]  
 $U_{mpp}$  – pracovní napětí [V]  
UV záření – ultrafialové záření  
VA – voltampérová charakteristika  
VN – vysoké napětí  
VO – velkoodběr (odběratelé z hladiny VN)  
VVN – velmi vysoké napětí  
SAP – Systems-Applications-Products in data processing, informační systém

## Seznam obrázků

Obr. 1 Fotovoltaická elektrárna  
Obr. 2 Složky slunečního záření  
Obr. 3 Mapa slunečního záření v České republice  
Obr. 4 Závislosti výkonnosti FVE na orientaci a sklonu fotovoltaických modulů  
Obr. 5 Detailní zobrazení závislosti výnosnosti FVE na orientaci a sklonu fotovoltaických modulů  
Obr. 6 Vliv různých způsobů montáže na výnos FVE  
Obr. 7 Voltampérová charakteristika článku  
Obr. 8 Výkon modulu v závislosti na slunečním ozáření  
Obr. 9 Výkon modulu v závislosti na teplotě  
Obr.10 Polovodičová dioda  
Obr.11 Struktura rámu modulu  
Obr.12 Běžně používané střídače  
Obr.13 Montážní systém INTERSOL  
Obr.14 Schéma rozmístění ploch a návrh připojení výroby  
Obr.15a-c Grafy množství vyrobené el. energie každý měsíc z FV systému, varianty 1-3

## Seznam tabulek

Tab. 1 Nastavení síťových ochran u zdrojů s fázovými proudy nad 16A  
Tab. 2 Nastavení síťové ochrany u zdrojů s fázovými proudy do 16A  
Tab. 3 Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření  
Tab. 4 Měrné podíly žadatelů výroby elektřiny (vyhláška č. 51/2006 Sb.)  
Tab. 5 Přehled investičních nákladů  
Tab. 6 Přehled průměrné hodnoty denní, měsíční a roční výroby  
Tab. 7 Vyhodnocení ekonomické návratnosti

# Obsah

<b>1</b>	<b>Druhy netradičních zdrojů (elektrické) energie.....</b>	<b>1</b>
1.1	Fotovoltaická energie .....	1
1.2	Vodní energie .....	2
1.3	Větrná energie.....	2
1.4	Biomasa .....	3
1.5	Bioplyn .....	3
1.6	Geotermální energie .....	4
1.7	Fototermika.....	4
<b>2</b>	<b>Výroba elektrické energie z fotovoltaických elektráren.....</b>	<b>4</b>
2.1	Vlivy na výnosnost elektrárny .....	5
2.2	Základní zařízení pro realizaci FVE.....	7
2.2.1	Fotovoltaický modul.....	7
2.2.2	<i>Střídač DC/AC</i> .....	10
2.2.3	<i>Rozvaděč pro připojení střídače a napojení:</i> .....	10
2.2.4	<i>Kabeláž</i> .....	11
2.2.5	<i>Montážní, upevňovací systém</i> .....	11
<b>3</b>	<b>Ekologické aspekty .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Současná legislativa – podmínky připojení, dotační programy.....</b>	<b>13</b>
4.1	Legislativa .....	13
4.2	Podmínky připojení .....	18
4.3	Dotační programy .....	20
<b>5</b>	<b>Technické podmínky pro připojení v dané lokalitě .....</b>	<b>20</b>
5.1	Způsob připojení, 2000 kW – varianta 1 .....	21
5.2	Způsob připojení, 180 kW – varianta 2 .....	21
5.3	Způsob připojení, 100 kW – varianta 3 .....	22
<b>6</b>	<b>Technicko-ekonomické vyhodnocení variant .....</b>	<b>23</b>
6.1	Investiční náklady.....	23
6.2	Odhad vyrobené FV elektřiny .....	23
6.3	Vyhodnocení fotovoltaického systému .....	27
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>30</b>

# Úvod

Využívání obnovitelných zdrojů začalo již před tisíci lety (plachetnice starých Feničanů, čínské vodní kolo) a pokračovalo před staletími stavbou větrných mlýnů a vodních elektráren. Jedním z nejvíce rozvíjejícím se druhem obnovitelných zdrojů je výroba elektrické energie z fotovoltaických elektráren. V této práci projdu přehledem druhů obnovitelných zdrojů, podrobně se zmíním o realizaci fotovoltaické elektrárny včetně jednotlivých komponentů, budu se zabývat ekologickými aspekty, legislativou, provedu rozbor technického připojení v dané lokalitě a ekonomické vyhodnocení návratnosti fotovoltaické elektrárny.

## 1 Druhy netradičních zdrojů (elektrické) energie

V současné době jsou v České republice nejrozšířenějším zdrojem energie fosilní paliva a to především uhlí a zemní plyn. Tato paliva sice patří mezi přírodní zdroje, ale rozhodně je nemůžeme považovat za nevyčerpatelné zdroje. Nevyčerpatelnými, stále se obnovujícími zdroji energie, jsou především přírodní zdroje, jako je slunce, voda, vítr a biomasa.

Energie vodních toků je celosvětově významným zdrojem elektrické energie. Jako nadějný doplňkový zdroj se rozvíjí využívání plynu z deponií a v poslední době i moderní technologie transformací větrné a sluneční energie.

### 1.1 Fotovoltaická energie

Fotovoltaika – technologie, která umožňuje výrobu elektrické energie přímo ze slunečního záření. Z tohoto hlediska lze fotovoltaiku chápat jako technologii s neomezeným růstovým potenciálem a časově neomezenou možností výroby elektrické energie.

Dostupnost solární energie v České republice je samozřejmě ovlivněna mnoha faktory. Patří mezi ně především zeměpisná šířka, roční doba, oblačnost a lokální podmínky, sklon plochy na níž sluneční záření dopadá a další. Zajímavým faktem nicméně zůstává, že se údaje o slunečním záření v ČR z jednotlivých zdrojů v mnohém liší. Shrňme-li dosud publikované informace, dojdeme k následujícím výsledkům:

- v České republice dopadne na 1m<sup>2</sup> vodorovné plochy zhruba 950 – 1340 kWh energie,
- roční množství slunečních hodin se pohybuje v rozmezí 1331 – 1844 hod (ČHMÚ), odborná literatura uvádí jako průměrné rozmezí 1600 – 2100 hod.

Z hlediska praktického využití pak platí, že z jedné instalované kilowaty běžného systému lze za rok získat v průměru 800 – 1100 kWh elektrické energie.



Obr. 1 Fotovoltaická elektrárna

Elektrická energie z fotovoltaických elektráren je podrobně popsána v třetí části bakalářské práce nazvané „Výroba elektrické energie z fotovoltaických elektráren“.

## **1.2 Vodní energie**

Energetické zdroje využívající energii vody ve vodních tocích patří mezi dosti rozšířené a dnes běžně používané obnovitelné zdroje energie.

Vodní energetika se dělí na dvě skupiny. Malé vodní elektrárny mají instalovaný výkon do 10 MW. Velké elektrárny mají výkon vyšší, avšak jejich výstavba je s ohledem na dnešní ekologickou situaci nereálná.

Energie vody je využívána za pomoci široké škály typů a velikostí vodních děl. Na vodních tocích je možné využít kinetickou energii proudící vody. Množství využitelné energie je dáno rychlostí proudění, která závisí na spádu toku.

K využití energie proudící vody jsou používány rovnotlaké vodní stroje založené na rotačním principu. Jinou možností je využití potenciální energie vyvolané gravitací působící na vodu. Pomocí vodního díla je vytvořen výškový rozdíl mezi hladinou pod a nad vodní nádrží. Výškový rozdíl obou hladin vytváří ve vhodném přivaděči dostatečný tlak k roztočení rotoru přetlakového vodního stroje.

Technicky využitelný potenciál vodních toků v České republice činí 3 380 GWh/rok.

## **1.3 Větrná energie**

Energie větru byla v minulosti dosti využívána pro celou řadu hospodářských činností. Dnes je energie větru využívána pomocí větrných turbín téměř výhradně pro energetické účely.

Vítr je obnovitelným zdrojem energie v jeho celkovém slova smyslu. Má velmi nízké externí náklady a obrovský potenciál pro další růst.

Průmysl větrné energetiky zaznamenává v Evropě rychlý rozvoj a zaujímá velmi silné postavení na světovém trhu. Významný je i technologický pokrok směřující ke stále větším větrným generátorům a ke snižování investičních nákladů. Zatímco v roce 1992 byly používány 200 kW jednotky s průměrem rotoru 35 m, v roce 2000 to byly již generátory o výkonu 900 kW (rotor – 80 m). V současné době jsou testovány větrné elektrárny s výkony do 3,5 MW s rotorem o průměru 110 m. Rotory jsou optimalizovány tak, aby byly minimalizovány zvukové emise. K regulaci otáček se používají stavitelné listy rotoru. Strojovny větrných elektráren jsou osazeny asynchronními motory bez převodovky.

Vývojové trendy směřují k redukci počtu dílů, značné úsilí je věnováno snížení hmotnosti listů rotorů a současně zajištění jejich dostatečné pružnosti.

Potenciál využití větrné energie v České republice je situován do vhodných lokalit s rychlostí větru vyšší než 5 m/s. Tyto lokality jsou zpravidla situovány v příhraničních horských oblastech, kde je případný další rozvoj omezen požadavky na ochranu přírody a svůj vliv mají i nepříznivé sezónní klimatické podmínky.

Po roce 1989 se rozvoj větrné energetiky vyvíjel dosti příznivě. Do konce roku 1995 bylo na území ČR nainstalováno 26 větrných elektráren (s výkonem vyšším než 50 kW) s celkovým okamžitým výkonem 8,22 MW. Nicméně poté, v době kdy v zemích EU každoročně docházelo k podstatnému navýšení instalovaného výkonu, došlo na území ČR dokonce k poklesu počtu větrných elektráren téměř na polovinu. Důvodem nepříznivého trendu byly špatně připravené projekty s nedostatečným průzkumem větrných podmínek v lokalitách instalací, dále průtahy v majetkoprávních vztazích, nevyjasněné případně nevhodné podmínky pro připojení elektráren k rozvodné síti a konečně technické a provozní problémy u tuzemských jednotek.

ČR nyní vyrábí 5 GWh větrné elektřiny ročně.



## 1.4 Biomasa

Biomasa se rozumí biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků ze zemědělství (včetně rostlinných a živočišných látek), lesnictví a souvisejících průmyslových odvětví, a rovněž biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu. Biomasa je v podmínkách České republiky velmi perspektivním obnovitelným zdrojem energie. Zatímco využitelná kapacita vodních toků pro získávání energie je již téměř vyčerpána a pro využití větru nemáme tak dobré podmínky jako jiné evropské země, biomasu lze využít ve všech moderních tepelných elektrárnách. Podíl biomasy v palivu může činit až 25 procent.

Pro energetické účely se využívá buď cíleně pěstovaných rostlin (dřeviny, obiloviny, travní porosty, olejnaté rostliny, ostatní rostliny jako konopí seté, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka, škrobocukernaté rostliny jako brambory, cukrová řepa, obilí (zrno), topinambur, cukrová třtina, kukuřice nebo odpadů ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce.

Energie biomasy, jež je ve své podstatě solární energií pohlcenou rostlinami díky procesu fotosyntézy, je tradičním energetickým zdrojem většiny lidstva. Může být využita jakožto rostlinný materiál přímo z pole nebo nepřímo jako odpad z průmyslu a z domácností. Ve výhledu do budoucnosti je biomasa mezi nefosilními energetickými technologiemi jediným zdrojem, jenž může být využit, nebo jednoduše přeměněn, na palivo pro dopravu, výrobu elektřiny a pro ohřev.

Technologie spalování biomasy je již dnes konkurenceschopná vůči ropě v těch odlehlých oblastech, kde jsou dostupné zbytky dřevin a mohou být spáleny v malých decentralizovaných elektrárnách a dále je konkurenceschopná vůči ropě a plynu v příměstských oblastech, kde spalování odpadů šetří náklady na jejich dopravu a odstranění formou skládkování.

## 1.5 Bioplyn

V ČR nastává větší rozmach bioplynové technologie teprve nyní. Ačkoli má ČR dlouholetou tradici ve výzkumu, vývoji a provozování bioplynových stanic a ještě před několika lety patřila ke světové špičce, ve větším měřítku se tato technologie u nás nerozšířila. Zvýšený zájem o technologii je patrný zejména u zemědělců, neboť se jedná o ekonomicky perspektivní způsob likvidace nebo hygienizace biologicky rozložitelných odpadů ze zemědělské výroby.

V ČR se vyrábí bioplyn v několika aplikacích pro stabilizaci kalů na ČOV, jímá se na skládkách a rozmach v současnosti zažívají zejména zemědělské bioplynové stanice. Důvody jsou zřejmé. Pro bezproblémový a ekonomický provoz stanice je důležitý celoroční přísun vstupního materiálu, který zemědělství dokáže zajistit, neboť nejvíce zbytkové biomasy vzniká právě v tomto sektoru.

Bioplyn je směs plynů, z nichž hlavní jsou metan  $\text{CH}_4$  a oxid uhličitý  $\text{CO}_2$  (dále  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , ...), který vzniká při mikrobiálním rozkladu organické hmoty za nepřítomnosti kyslíku (anaerobní fermentace). Organickou hmotu pak tvoří obvykle exkrementy hospodářských zvířat (keřda, trus, hnůj, močůvka, podestýlka), fytomasa (siláže, senáže, rostlinné zbytky, energetické plodiny, neprodejná zemědělská produkce), domovní a komunální odpady, odpady zpracovatelského a potravinářského průmyslu (jatka, mlékárny) a další odpady (masokostní moučka apod.). V podstatě tedy jakákoli organická hmota zkvasitelná v průběhu procesu anaerobní fermentace. V případě zpracování několika druhů materiálu současně v jednom zařízení hovoříme o tzv. kofermentaci. To vše za předpokladu splnění hygienizačních podmínek, kdy kupříkladu odpad z jatek musí projít procesem pasterizace (teplota  $70^\circ\text{C}$  po dobu 60 minut).

Samotná výroba se uskutečňuje v bioplynových stanicích, jejichž výstavbu dnes nabízí celá řada firem.

Vlastní metanizační proces probíhá v anaerobních reaktorech (uzavřené velkoobjemové nádoby) různých tvarů, velikostí a způsobu míchání. Vzniklý plyn je jímán a lze jej efektivně využít k výrobě elektrické energie a tepla v kogeneračních jednotkách, kdy slouží k pohonu spalovacích motorů spojených s agregátem na výrobu elektrické energie. Odpadní teplo z chlazení motoru a spalín se

využívá zpětně k ohřevu anaerobních reaktorů či k výrobě teplé vody, vytápění, sušení apod. Elektřina je pak opět využita buď pro vlastní spotřebu anebo je dodána do sítě za výkupní cenu.

Digestát (fermentát) nebo-li zpracovaný materiál po proběhnutí fermentace je dalším výstupem při výrobě. Jedná se o kvalitní organické hnojivo, jehož vlastnosti závisí na druhu zpracovávaného vstupu.

## **1.6 Geotermální energie**

Geotermální energie je produktem pochodů v zemské kůře. Je vázána na teplo suchých hornin nebo na geotermální vody, a to na teplotní úrovni, která je využitelná k přímé spotřebě.

Geotermální vody jsou přírodní podzemní vody, které se nacházejí v zemských dutinách a zemských zvodnělých vrstvách. Jsou zahřáté zemským teplem natolik, že jejich teplota po výstupu na zemský povrch je vyšší než průměrná roční teplota vzduchu v dané lokalitě. Pro přímé energetické využití jsou vhodné vody podle klasifikace z kategorie nízkoteplotních třídy a) 30-70°C a třídy b) 70-100°C. Voda se ve většině případů získává hlubinnými vrtly. Část geotermálních vod je klasifikována jako vody lázeňské. Jsou podrobeny zvláštnímu režimu využití, jejich čerpání pouze pro energetické využití není přípustné. Teplo suchých hornin se využívá buď pomocí trubkových kolektorů osazených do suchých vrtů nebo pomocí injektáže povrchové vody a jejího zpětného čerpání systémem dvou a více vrtů.

Přímé využití geotermální energie ve větším měřítku na území ČR je dosti omezené. V našich podmínkách připadá využití energie prostředí pomocí tepelných čerpadel.

Podle toho, z jakého zdroje se nízkopotenciální teplo čerpá a kam se přenáší, rozdělujeme tepelná čerpadla na: vzduch-vzduch, vzduch-voda, voda-voda.

## **1.7 Fototermika**

Na území ČR lze energii slunečního záření velmi dobře využít. Význam má aktivní přeměna solárního záření na teplo pomocí vzduchových nebo kapalinových kolektorů.

Solární systémy se u nás budují většinou dodatečně k již existujícím objektům. Proto mají největší význam systémy, jež získávají tepelnou energii pomocí kapalinových kolektorů. Ty lze téměř vždy dodatečně instalovat a využívat zejména pro ohřev užitkové vody a vytápění. Často se jimi přihřívá voda v bazénu.

Solární energií lze výhodně přitápět a v některých případech i vytápět. Solární zařízení je však vždy nutné zapojit paralelně s jiným tepelným zdrojem (plynový kotel, elektrokotel) pro případy, kdy slunce nesvítí, nebo svítí málo (oblačnost, noc).

Odkaz na literaturu: [1, 2, 3]

# **2 Výroba elektrické energie z fotovoltaických elektráren**

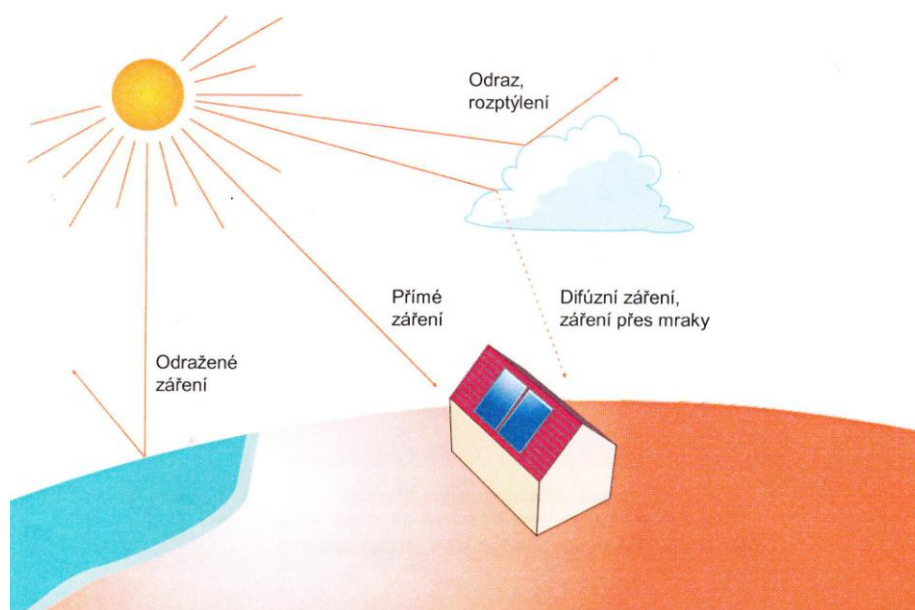
Výroba elektrické energie ze slunečního záření se nazývá fotovoltaika. Toto označení fotovoltaika se skládá ze dvou slov: řeckého „phos“ = světlo a ze jména italského fyzika Alessandra Volty. Objev fotovoltaického jevu se připisuje Alexandru Edmondovi Becquerelovi již z roku 1839. V roce 1904 jej fyzikálně popsal Albert Einstein a v roce 1921 mu byla za objev zákona fotoelektrického efektu udělena Nobelova cena. První pokusy s fotočládky se datují do 70. let 19. století, již v roce 1883 byl sestaven první selenový článek. V roce 1941 začal rozvoj křemíkových solárních článků. První skutečný fotovoltaický článek z krystalického křemíku byl vyroben v roce 1954 a měl účinnost 6%.

Větší rozvoj fotovoltaiky začíná v 60. letech s nástupem kosmického výzkumu, sluneční články slouží jako zdroj energie pro družice.

Další výzkum a rozvoj fotovoltaiky umocnila celosvětová ropná krize v roce 1973. [5]

## 2.1 Vlivy na výnosnost elektrárny

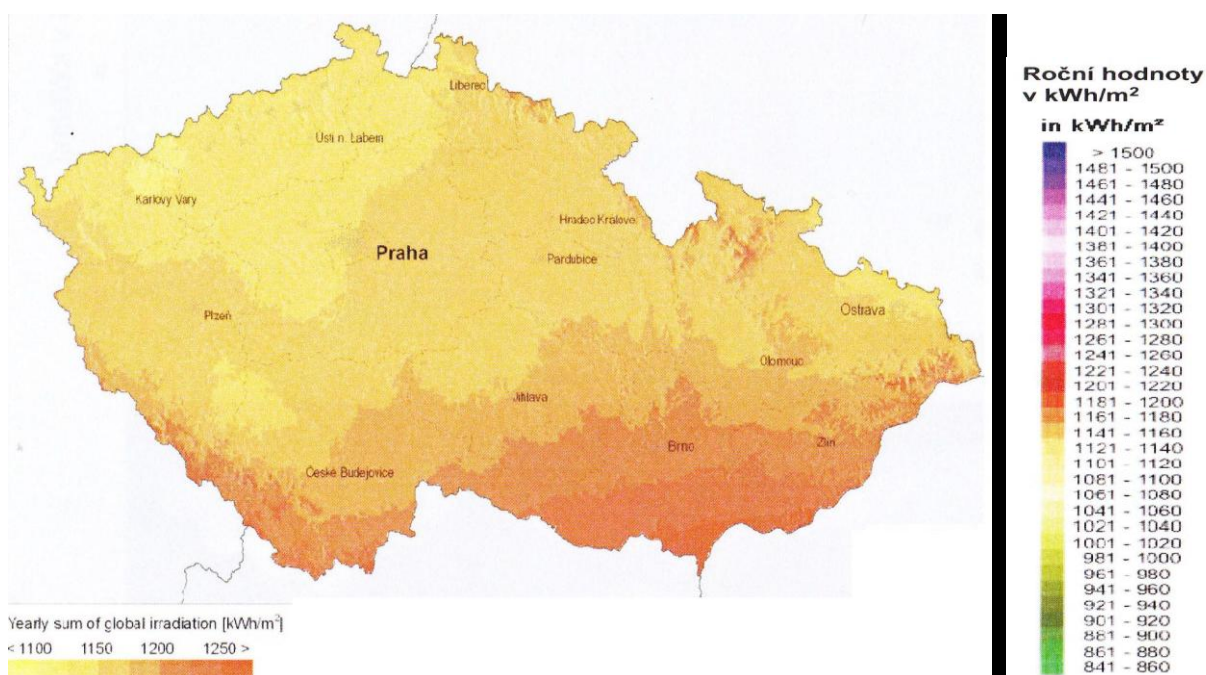
Na vhodnost realizace, umístění FVE má vliv sluneční záření. Jedná se o přímé sluneční záření, difúzní záření přes mraky, odraz, rozptýlení a odražená záření.



Obr. 2 Složky slunečního záření

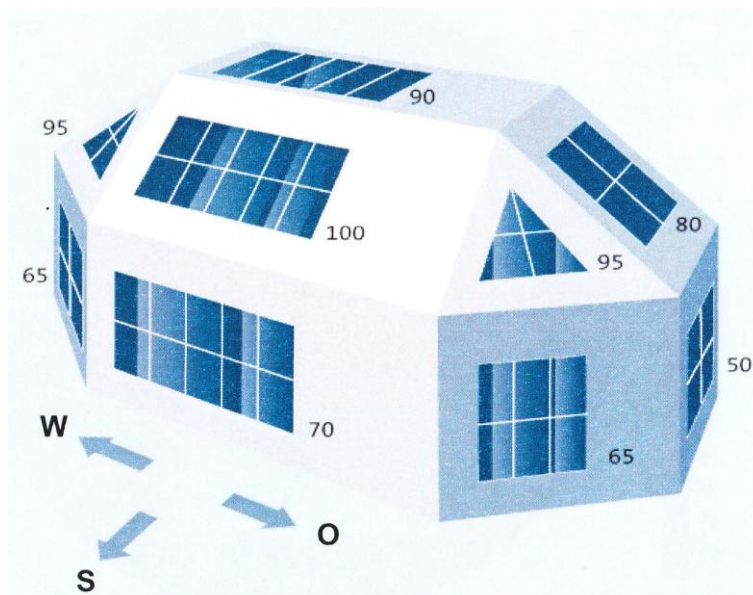
Na mapě slunečního záření pro ČR jsou patrná místa s různou hodnotou záření.

Čím větší je tato hodnota, tím vyšší lze předpokládat výnosy z FVE. Pro příklad uvádím Ostrava 1121-1140 kWh/m<sup>2</sup> za rok, Brno 1181-1200 kWh/m<sup>2</sup> za rok.



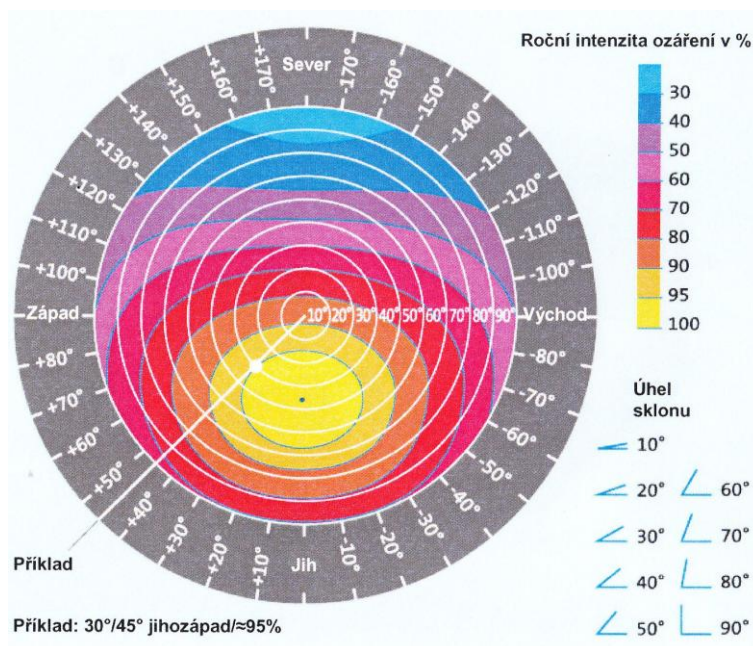
Obr. 3 Mapa slunečního záření v České republice

Zobrazení závislosti elektrárny na orientaci a sklonu modulů je patrné z následujícího obrázku.



Obr. 4 Závislost výnosnosti FVE na orientaci a sklonu fotovoltaických modulů

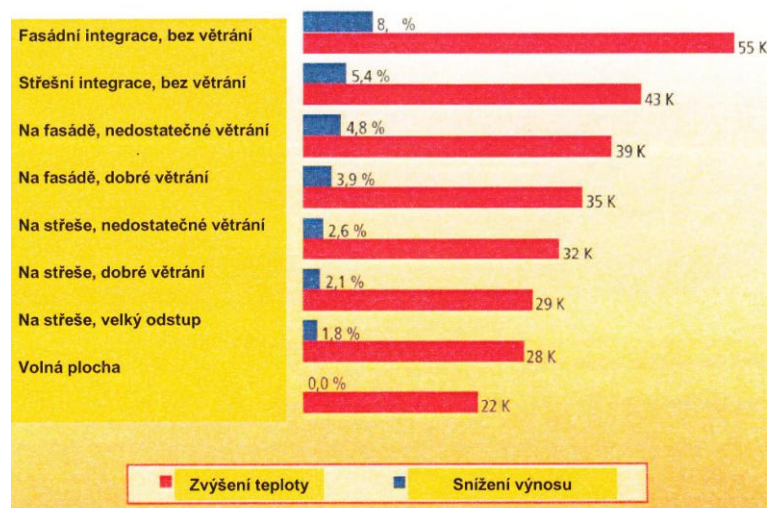
Zajímavé je, že i při orientaci modulů na sever, při sklonu 10 stupňů je ztráta na výnosnosti pouze 10 - 20% oproti orientaci modulů na jih, při sklonu 32 stupňů. Nejvyšší výnos je při sklonu modulů 30-35 stupňů a orientaci na jih.



Obr. 5 Detailní zobrazení závislosti výnosnosti FVE na orientaci a sklonu fotovoltaických modulů

Další zajímavý vliv na výnosnost elektrárny má způsob montáže. Zatímco na volné ploše není snížení výnosu žádné a teplota navýšená je o 22 K, pak při fasádní instalaci bez větrání je snížení výnosu o 8% a teplota navýšena o 55 K.





Obr. 6 Vliv různých způsobů montáže na výnos FVE

## 2.2 Základní zařízení pro realizaci FVE

- fotovoltaický modul
- střídač DC/AC
- rozvaděč pro připojení střídače a napojení:
  - v případě zeleného bonusu - napojení do vnitřní instalace objektu
  - v případě přímého výkupu (povinný výkup) - napojení do distribuční sítě
- kabeláž
- montážní, upevňovací systém

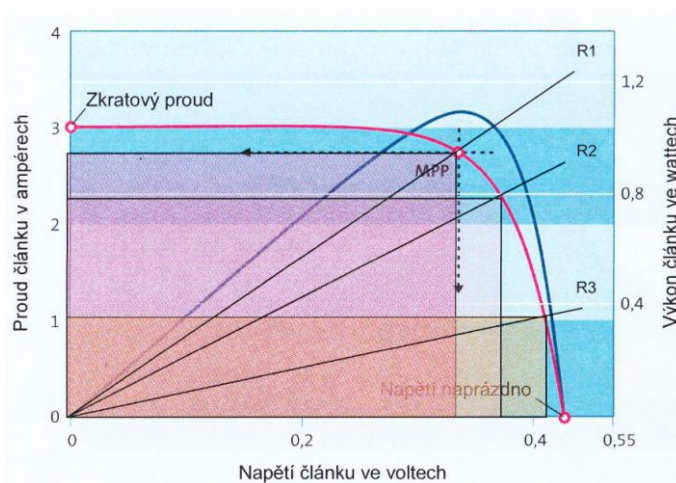
### 2.2.1 Fotovoltaický modul

Fotovoltaický modul je jedno z nejdůležitějších zařízení FVE. Pro správný chod elektrárny je třeba zvolit moduly podle několika kritérií:

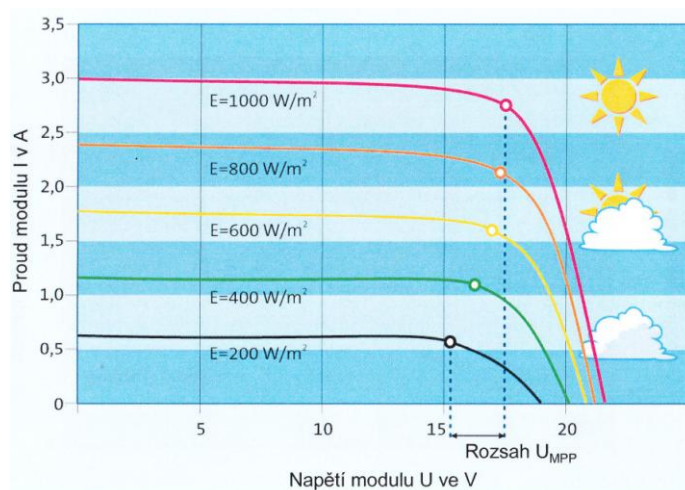
Proud modulu  $I_k$  (proud nakrátko) a také  $I_{mp}$  (pracovní proud) má přímý proporciální vztah k ozáření.

Napětí modulu  $U_o$  (napětí naprázdno) a také  $U_{mpp}$  (pracovní napětí) klesá spolu s rostoucí teplotou modulu.

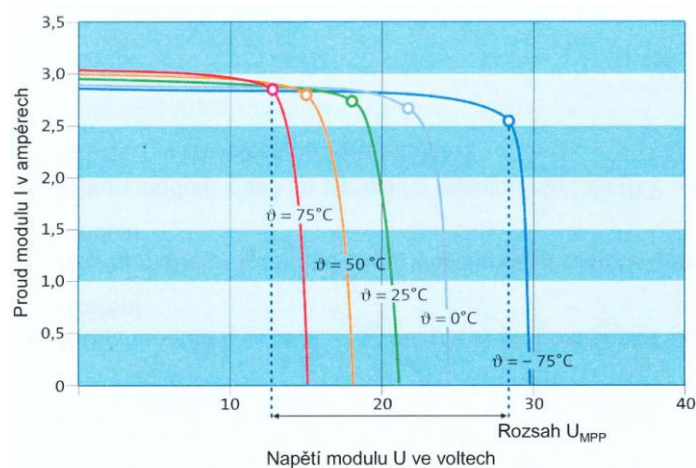
Výkon modulu klesá se stoupající teplotou modulu (0,2-0,5%/K v závislosti na typu modulu) viz následující obrázky:



Obr.7 Voltampérová charakteristika článku



Obr. 8 Výkon modulu v závislosti na slunečním ozáření



Obr. 9 Výkon modulu v závislosti na teplotě

Druhy fotovoltaický článků:

Různým zpracováním křemíku lze vyrobit monokrystalické, polykrystalické a amorfni fotovoltaické články.

Krystalický článek Si - jedná se o tenký plátek z monokrystalického a nebo polykrystalického křemíku. Takovýto článek je schopen přeměnit sluneční záření na tok elektronů, tedy elektrický proud.

**Monokrystalický článek** je vyráběn z kulatých křemíkových ingotů, z nichž se nařezávají tenké plátky a ty se zařezávají na pseudočtvercový průřez, aby byla lépe využita plocha.

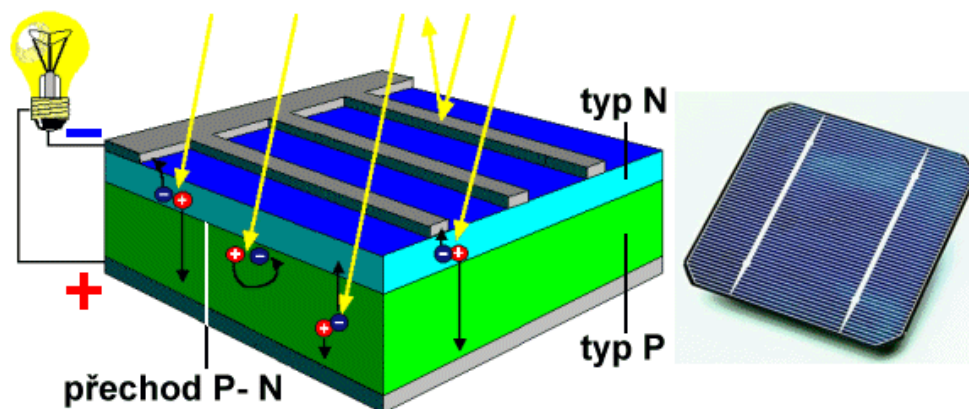
**Polykrystalický článek** má čtvercový průřez, odlišnou výrobu - roztavený křemík je vytahován a ochlazován, dochází k jeho krystalizaci. Obecně platí, že polykrystalický článek má účinnost 11-15% a plochu modulu potřebnou na 1kWp 7 - 9m<sup>2</sup> a monokrystalický článek má účinnost 13-17% (díky tvaru a větší ploše) a plochu modulu potřebnou na 1kWp 6 - 8m<sup>2</sup>.

Na svorkách článku lze naměřit při jeho maximálním výkonu 0,5V a protékající elektrický proud 3A.

Jednotlivé články se spojují sérioparalelně, abychom dosáhli požadovaného výkonu, vyššího napětí a proudu. Tak je tvořen fotovoltaický modul (panel). [9]

Novým druhem jsou **tenkovrstvé články** z amorfního křemíku (bez vnitřní struktury), který je v tenké vrstvě nanesen na sklo nebo fólii. Účinnost amorfních článků je 8-9%. Pro dosažení daného výkonu je potřeba 2,5x větší plochy, než kolik by bylo potřeba při použití mono nebo polykrystalických modulů. Celoroční výnos je ovšem o 10% vyšší!

Fotovoltaický (sluneční, solární) článek je v podstatě **polovodičová dioda**. Jeho základem je tenká křemíková destička s vodivostí typu **P**. Na ní se při výrobě vytvoří tenká vrstva polovodiče typu **N**, obě vrstvy jsou odděleny tzv. přechodem **P-N**. Osvětlením článku vznikne v polovodiči vnitřní fotoelektrický jev a v polovodiči se z krystalové mřížky začnou uvolňovat záporné elektrony. Na přechodu P-N se vytvoří elektrické napětí, které dosahuje u křemíkových článků velikosti zhruba 0,5 V. Energie dopadajícího světla se v článku mění na elektrickou energii. Připojíme-li k článku pomocí vodičů spotřebič, začnou se kladné a záporné náboje vyrovnávat a obvodem začne procházet elektrický proud. Je-li třeba větší napětí nebo proud, zapojují se jednotlivé články sériově či paralelně a sestavují se z nich **fotovoltaické panely**. [5]



Obr. 10 Polovodičová dioda

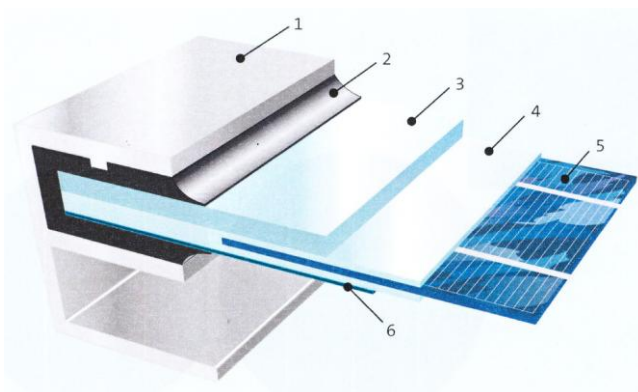
V **příloze č. 1** Datový list - fotovoltaický modul - monokrystalický typ Sanyo HIP-230HDE1

V **příloze č. 2** Datový list - fotovoltaický modul - polykrystalický typ Kyocera KD 210 GH-2P

V **příloze č. 3** Datový list - fotovoltaický modul - tentovrstvý typ German Solar NH-100 AX

Následující obrázek uvádí strukturu rámu modulu

1-hliníkový rám, 2-těsnění, 3-sklo, 4-transparentní umělohmotná folie, 5-solární články, 6-umělohmotná folie odolná povětrnostním podmínkám



Obr. 11 Struktura rámu modulu

### 2.2.2 Střídač DC/AC

Taktéž jedno z nejdůležitějších zařízení FVE.

Rozdělení:

- transformátorové – minimalizace vstupního napětí, co nejkratší stringy, nižší účinnost nežli beztransformátorové, galvanické izolování, možnost uzemnit stranu DC,
- beztransformátorové – rozsah vstupního napětí cca 400V, vyšší účinnost.

Správná volba střídače a konfigurace v návaznosti na solární moduly přispívá k co nejvyšší účinnosti celého zařízení. Samotná účinnost střídače se pohybuje kolem 97%.

Funkce střídače je přeměna stejnosměrného proudu, vyrobeného ze solárních modulů na střídavý o frekvenci a napětí domácí sítě. Střídač nám umožňuje taktéž monitoring výroby.

Určující faktory pro optimální dimenzování střídače:

Poměr výkonů, sklon a orientace modulů, typ střídače, umístění střídače, napětí naprázdno  $U_0$  a napětí pracovní  $U_{mpp}$ . [9]



Obr. 12 Běžně používané střídače

#### Příloha č. 4 Střídač KOSTAL PIKO

### 2.2.3 Rozvaděč pro připojení střídače a napojení:

- v případě zeleného bonusu, se provede napojení do vnitřní instalace objektu. Vyrobená elektrická energie se měří cejchovaným elektroměrem, který si dodává odběratel sám. Hlavní elektroměr objektu bude vyměněn za čtyřkvadrantní pro měření přetoků vyrobené elektřiny do distribuční sítě.
- v případě přímého výkupu (povinný výkup), se napojení provede přes nově vybudované měření, včetně přípojky přímo do distribuční sítě.

Rozvaděč je dále vybaven svodiči přepětí, sít'ovou ochranou se spínacím prvkem, zajišťující odpojení výroby v případě podpětí a nadpětí, podfrekvence a nadfrekvence.



Je zapotřebí zajistit ochrany s následujícími funkcemi:

Tabulka 1 Nastavení síťových ochran u zdrojů s fázovými proudy nad 16A

Funkce	Rozsah nastavení	Příklad nastavení	Časové zpoždění	Příklad nastavení
Podpětí 1.stupeň $U_{<}$	$0.70 U_n$ až $1.0 U_n$	207 V	$t_{U_{<}}$	0,5 s
Podpětí 2.stupeň $U_{<<}$	$0.70 U_n$ až $1.0 U_n$	184 V	$t_{U_{<<}}$	0,1 s
Přepětí 1.stupeň $U_{>}$	$1.0 U_n$ až $1.2 U_n$	253 V	$t_{U_{>}}$	0,5 s
Přepětí 2.stupeň $U_{>>}$	$1.0 U_n$ až $1.2 U_n$	276 V	$t_{U_{>>}}$	0,1 s
Podfrekvence 1.stupeň $f_{<}$	48 Hz až 50 Hz	49,8 Hz	$t_{f_{<}}$	0,5 s
Podfrekvence 2.stupeň $f_{<<}$	48 Hz až 50 Hz	49,5 Hz	$t_{f_{<<}}$	0,1 s
Nadfrekvence $f_{>}$	50 Hz až 52 Hz	50,2 Hz	$t_{f_{>}}$	0,5 s

Tabulka 2 Nastavení síťové ochrany u zdrojů s fázovými proudy do 16A

Parametr	Maximální vypínací čas [s]	Maximální nastavení pro vypnutí
Nadpětí	0,2	$230 \text{ V} + 15 \% = 264 \text{ V}$
Podpětí	0,2	$230 \text{ V} - 15 \% = 196 \text{ V}$
Nadfrekvence	0,2	50,5 Hz
Podfrekvence	0,2	49,5 Hz

Podpětňová a nadpětňová ochrana musí být trojfázová.

Podfrekvenční a nadfrekvenční ochrana může být jednofázová. [7, 8]

**Příloha č. 5** Jednopolové schéma a zapojovací schéma FVE – zelený bonus

**Příloha č. 6** Jednopolové schéma a zapojovací schéma FVE – povinný výkup

#### 2.2.4 Kabeláž

Musí být zajištěno správné dimenzování vodičů, správné propojení modulů (bez smyček), odolnost kabelu proti UV záření a povětrnostním vlivům.

#### 2.2.5 Montážní, upevňovací systém

Jeden z velmi známých a vysoce kvalitních upevňovacích systémů je systém INTERSOL.



Obr. 13 Montážní systém INTERSOL

Upevňovací háky do střešních konstrukcí a spojový materiál jsou z nerez oceli. Příčné nosníky jsou z Al profilů.

Před instalací FVE je nezbytné vzít v úvahu:

- u zařízení instalovaných rovnoběžně se střechou musí být provedeno upevnění na každém dostupném nosníku (krokve, vaznice).
- je třeba dát pozor na obvodové, okrajové oblasti střešních ploch. Ponechat volné, popřípadě zajistit větším počtem kotevních bodů.
- pozor na zvýšené zatížení plochých střech. Obzvláště u trapézových a sendvičových střech a u montovaných ocelových hal, zde jsou totiž k dispozici pouze zřídka dostatečné rezervy dalšího zatížení.

#### **Zásada:**

Zajistit vypracování znaleckého posudku statika na konstrukci a střešní krytinu, zohlednění zatížení větrem-větrné zóny, zatížení sněhem-sněhové zóny. [9]

### **3 Ekologické aspekty**

Fotovoltaické systémy neprodukují žádné odpady ani emise při výrobě elektřiny. Nejdříve je však třeba je vyrobit a nainstalovat a na konci životnosti opět demontovat a zpracovat.

Fotovoltaika je vnímána jako technologie šetrná k životnímu prostředí. Sledování environmentálních dopadů je proto třeba věnovat odpovídající pozornost. Environmentální dopady je možno z hlediska jejich vzniku rozdělit na přímé a nepřímé. Přímé dopady jsou svázány přímo s konkrétním výrobním procesem. Jsou mezi ně počítány například zábor půdy, emise z těžby primárních surovin, spotřeba vody ve výrobě, emise chemických látek a další. Nepřímé dopady souvisí především s emisemi z výroby spotřebované elektřiny a z dopravy.

Výrazně pozitivní environmentální dopady má redukce spotřeby energie ve výrobě.

Z hlediska spotřeby energie jsou některé fáze výroby panelů náročnější: výroba metalurgického křemíku, rafinace na solární křemík, výroba ingotů a desek, výroba článků, kompletace panelů.

Z hlediska celého životního cyklu může být významná ještě recyklace na konci životnosti. Ostatní položky jsou méně významné: těžba a zpracování surovin, montáž systému, spotřeba energie v provozu, demontáž systému, oprava.

Podíl jednotlivých položek závisí kromě použité metody výroby solárního křemíku a ingotů i na konkrétním výrobcu. Výroba monokrystalických článků je ve srovnání s polykrytalickými energeticky náročnější. Novější provozy však mají v obou případech spotřebu až několikanásobně nižší.

Recyklaci fotovoltaických panelů byla dosud věnována menší pozornost. Jejich životnost je delší než u spotřebního zboží a množství panelů k recyklaci je dosud nízké - v rámci celé EU pouze několik

stovek tun ročně. Existují dva přístupy - recyklace panelů bez ohledu na technologii výroby a úpravy konstrukce s cílem recyklaci usnadnit.

Proč fotovoltaice říci ano.

Zatímco cena elektřiny z fotovoltaiky bude i nadále klesat, cena klasicky vyráběné elektřiny se díky omezeným zdrojům bude na cenové křivce posouvat směrem nahoru. Tento trend je patrný již nyní. Nejen cena však bude rozhodující. Důležité jsou také následující ekologické aspekty.

- Palivo je zdarma. Slunce je jediným zdrojem potřebným pro výrobu elektrické energie pomocí fotovoltaických panelů a jeho energie bude lidstvu k dispozici až do konce světa. Navíc je většina solárních článků vyráběna z křemíku, který je netoxický a zároveň se jedná o druhou nejrozšířenější "surovinu" na světě.
- Neprodukuje žádný hluk, škodlivé emise nebo znečišťující plyny. Spalování přírodních zdrojů pro potřeby energetiky může produkovat kouř, způsobovat kyselé deště a znečišťovat vodu a vzduch. Vzniká také nejméně populární skleníkový plyn CO<sub>2</sub> (oxid uhličitý). Naproti tomu fotovoltaika využívá jako palivo jen energii Slunce. Nevytváří žádné škodliviny a aktivně přispívá ke snížení nepříznivých aspektů globálního oteplování.
- Fotovoltaické panely jsou recyklovatelné, a proto mohou být materiály z výrobního procesu (křemík, sklo, hliník atd.) znovu využity. Recyklace není jen pozitivním příspěvkem našemu životnímu prostředí, ale umožňuje také snížit množství energie potřebné pro výrobu a tudíž ušetřit výrobní náklady.
- Pro provoz není potřeba téměř žádná údržba. Solární panely nepotřebují téměř žádnou údržbu a velmi snadno se instalují.
- Fotovoltaika zajišťuje energetické potřeby vzdálených venkovských oblastí. Solární systémy poskytují přidanou hodnotu venkovským oblastem, zejména lidem v rozvojových zemích bez elektrické rozvodné sítě. Osvětlení domů, napájení nemocničních chladicích přístrojů, systémy pro čerpání vody - to jsou jen některé příklady využití do sítí nepřipojených fotovoltaických systémů. Velmi často je fotovoltaika využívána také v souvislosti s telekomunikačními systémy.
- Technologie může být velmi esteticky integrována do budov. Systémy mohou pokrývat střechy nebo fasády budov a snižovat tak jejich energetickou spotřebu. Neprodukují žádný hluk a vypadají velmi esteticky. Evropská stavební legislativa byla a je upravována tak, aby se obnovitelné zdroje staly součástí veřejných a obytných budov. Tento fakt urychluje rozvoj ekologické výstavby a tzv. energeticky pozitivních budov, které otvírají pro integraci fotovoltaiky celou řadu nových možností.
- Energetická návratnost solárních panelů trvale klesá. To znamená, že klesá doba, za kterou panel vyrobí tolik energie, kolik bylo spotřebováno pro jeho výrobu. V současnosti tato doba kolísá mezi 1,5 - 3 roky. To znamená, že panel za dobu své životnosti vyrobí 6 - 18krát více energie, než bylo spotřebováno pro jeho výrobu.

## 4 Současná legislativa – podmínky připojení, dotační programy

### 4.1 Legislativa

- *Hlavní zákon v oblasti energetiky - fotovoltaiky je energetický zákon č. 458/2000 Sb., ze dne 28. listopadu 2000,*

**o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon).**

## §1 Předmět úpravy

Zákon zpracovává příslušné předpisy Evropského společenství, upravuje podmínky v podnikání, výkonu státní správy a regulaci v energetických odvětvích, kterými jsou elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, jakož i práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené.

## §2 Vymezení pojmů

12) Obnovitelný zdroj energie je zdroj energie, jehož energetický potenciál se trvale a samovolně obnovuje přírodními procesy.

27) Držitel licence na distribuci elektřiny má povinnost dodávat elektřinu chráněným zákazníkům a připojit každého odběratele, který o to požádá a splňuje podmínky stanovené zákonem.

28) Výrobcem je fyzická či právnická osoba, která vyrábí elektřinu a je držitelem licence na výrobu elektřiny.

## §4 Licence

Licence se uděluje na dobu určitou, nejméně na 25 let a to na:

- výrobu elektřiny,
- přenos elektřiny,
- distribuci elektřiny.

Licence na obchod s elektřinou se uděluje na dobu určitou a to nejméně na 5 let.

## §8 Udělení licence

Licenci uděluje Energetický regulační úřad na základě posouzení splnění podmínek pro její udělení.

## §15 Výkon státní správy v energetických odvětvích náleží

- ministerstvu,
- Energetickému regulačnímu úřadu,
- Státní energetické inspekci.

## §18 Kontrola

Kontrolu dodržování tohoto zákona provádí Státní energetická inspekce. [7]

- *Neméně důležitý zákon v oblasti fotovoltiky je **zákon č. 180/2005 Sb.**, ze dne 31. března 2005,*

**o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů).**

## §1 Předmět úpravy

Účelem tohoto zákona je v zájmu ochrany klimatu a ochrany životního prostředí

- a) podpořit využití obnovitelných zdrojů energie,
- b) zajistit zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů,
- c) přispět k šetrnému využívání přírodních zdrojů,
- d) vytvořit podmínky pro naplnění individuálního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny V ČR ve výši 8% k roku 2010 a vytvořit podmínky pro další zvyšování podílu po roce 2010.

## **§2 Základní pojmy**

Obnovitelný zdroj – obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, slunečního záření, geotermální, vody, půdy, vzduchu, biomasy, skládkového plynu, kalového plynu a bioplynu.

Elektřina z obnovitelných zdrojů – elektřina vyrobená v zařízeních, která využívají pouze obnovitelné zdroje, popřípadě část elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů v zařízeních, která využívají i neobnovitelné zdroje energie.

Hrubá spotřeba elektřiny – v tuzemsku vyrobená elektřina plus dovezená a odečtená vyvezená elektřina.

Zelený bonus – finanční částka navyšující tržní cenu elektřiny a hrazena provozovatelem regionální distribuční soustavy výrobcí elektřiny z obnovitelných zdrojů, zohledňující snížené poškození životního prostředí využitím obnovitelného zdroje oproti spalování fosilních paliv, druh a velikost výrobního zařízení, kvalitu dodávané elektřiny.

## **§3 Předmět podpory**

- 1) Provozovatel distribuční soustavy je povinen na svém licenci vymezeném prostředí přednostně připojit výrobní zařízení vyrábějící elektřinu z obnovitelných zdrojů, splňuje-li podmínky připojení a dopravy elektřiny.
- 2) Povinnost připojení zařízení výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů vzniká provozovateli distribuční soustavy, kde jsou náklady na připojení nejmenší.
- 3) Výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů má právo si vybrat zda-li elektřinu nabídne k výkupu (povinný výkup), nebo zdali za ni bude požadovat zelený bonus. Změna tohoto výběru je možná 1x ročně k 1. lednu následujícího kalendářního roku.
- 6) V případě výroby elektřiny vyráběné společně z obnovitelného zdroje a neobnovitelného zdroje energie je podpora poskytována pouze formou zeleného bonusu.
- 7) Pokud výrobce elektřiny z obnovitelného zdroje prodá vyrobenou elektřinu na trhu s elektřinou, pak provozovatel distribuční sítě platí výrobcí za tuto elektřinu zelený bonus vyjádřený v Kč/MWh.
- 10) Náklady spojené s odchylkou výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů vykoupené v povinném výkupu jsou uznatelnými náklady provozovatelů distribučních soustav pro výpočet regulovaných cen za distribuci.
- 15) Výrobce, který uplatní nárok na úhradu zeleného bonusu je povinen uzavřít smlouvu na dodávku elektřiny s jiným účastníkem trhu. Tato povinnost se nevztahuje na výrobce, který veškerou výrobu spotřebuje sám.
- 17) Výrobce, který nabídl elektřinu k povinnému výkupu, musí uzavřít smlouvu s provozovatelem příslušné distribuční soustavy.

## **§6 Výše cen za elektřinu z obnovitelných zdrojů a zelených bonusů**

Stanoví Energetický regulační úřad vždy na kalendářní rok dopředu tak, aby:

- a) byly vytvořeny podmínky pro splnění individuálního cíle podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny ve výši 8% v roce 2010,
- b) bylo dosaženo do 15let návratnosti investice.

Při stanovení výše výkupních cen zelených bonusu úřad přihlíží na náklady na pořízení, připojení a provoz zařízení.

Výkupní ceny v následujícím roce nesmí být nižší než 95% ceny v platném roce.

## **§8 Kontrola**

Kontrolu dodržování tohoto zákona provádí Státní energetická inspekce.

## §9 Správní delikty

Pokuta hrozí

- provozovateli distribuční soustavy, který nevykoupí elektřinu z obnovitelných zdrojů,
- výrobci, který předá nepravdivé údaje k vyúčtování,
- výrobci, který nezajistí samostatné měření elektřiny z obnovitelných zdrojů. [7]

- *Další vyhláška ERÚ č. 475/2005 Sb., ze dne 30. listopadu 2005 novelizovaná vyhláškou č. 364/2007 Sb., ze dne 18. prosince 2007, a vyhláškou č. 409/2009 Sb., ze dne 10. listopadu 2009,*

**kteřou se mění vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.**

Novela vyhlášky přináší zejména:

- předpokládá se doba životnosti fotovoltaické elektrárny 20let,
- požadavek účinnosti tak, aby bylo dosaženo vhodným umístěním panelů roční svorkové výroby elektřiny alespoň 150kWh na metr čtvereční aktivní plochy solárního panelu. Současně je uvažován pokles výkonu panelu o 0,8% jmenovitého výkonu ročně,
- celkové měrné investiční náklady menší než 135 000,- Kč/kWp,
- roční využití instalovaného špičkového výkonu větší než 935 kWh/kW. [4]

- *Vyhláška ERÚ č. 51/2006 Sb., ze dne 17. února 2006,*

**o podmínkách připojení k elektrizační soustavě.**

- *Další vyhláška ERÚ č. 140/2009 Sb., ze dne 11. května 2009,*

**o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen.**

## §1 Základní pojmy

- a) regulovaným rokem se rozumí kalendářní rok, pro který jsou Úřadem stanovovány ceny,
- b) regulačním obdobím se rozumí vymezené období pěti po sobě následujících regulovaných roků.

## §2 Způsob regulace a postup tvorby cen v elektroenergetice

Úřad stanovuje výkupní ceny a zelené bonusy elektřiny z obnovitelných energetických zdrojů. Výkupní ceny a zelené bonusy jsou uplatňovány po dobu životnosti výroben elektřiny. Po dobu životnosti výroby elektřiny se ceny meziročně zvyšují minimálně o 2% a maximálně o 4%.

- **Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 5/2009** ze dne 23. listopadu 2009,

kterým se mění cenové rozhodnutí ERÚ č.4/2009 ze dne 3. listopadu 2009, kterým se stanovuje podpora pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných energetických zdrojů.

Energetický regulační úřad podle § 2c zákona č. 265/1991 Sb., o působnosti orgánů České republiky v oblasti cen, ve znění pozdějších předpisů, § 17 odst. 4 písm. d) zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, a § 6 zákona č.180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), vydává cenové rozhodnutí:

**Všeobecná ustanovení:**

Výkupní ceny jsou stanoveny jako minimální.

Zelené bonusy jsou stanoveny jako pevné ceny.

V rámci jedné výroby elektřiny nelze kombinovat režim výkupních cen a režim zelených bonusů.

Výkupní ceny (povinný výkup) se uplatňují za elektřinu naměřenou a dodanou v předávacím místě výroby elektřiny a provozovatele distribuční soustavy.

Zelené bonusy se uplatňují za elektřinu naměřenou a dodanou v předávacím místě výroby elektřiny a sítě provozovatele regionální distribuční soustavy a dodanou výrobcem obchodníkovi s elektřinou nebo zákazníkovi a dále za ostatní vlastní spotřebu elektřiny.

Tabulka 3 Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12 250	11 280
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12 150	11 180
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13 150	12 180
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13 050	12 080

K uvedeným cenám náleží výrobci ještě cena za decentralní výrobu:

U výroby připojené do napěťové hladiny **VVN** distribuční soustavy, účtuje na základě smlouvy územně příslušnému provozovateli distribuční soustavy cenu

**20,00 Kč/MWh** skutečně dodané elektřiny do distribuční soustavy naměřené v předávacím místě výrobce elektřiny.

U výroby připojené do napěťové hladiny **VN** distribuční soustavy, účtuje na základě smlouvy územně příslušnému provozovateli distribuční soustavy cenu

**27,00 Kč/MWh** skutečně dodané elektřiny do distribuční soustavy naměřené v předávacím místě výrobce elektřiny.

U výroby připojené do napěťové hladiny **NN** distribuční soustavy, účtuje na základě smlouvy územně příslušnému provozovateli distribuční soustavy cenu

**64,00 Kč/MWh** skutečně dodané elektřiny do distribuční soustavy naměřené v předávacím místě výrobce elektřiny.

Uvedené ceny nezahrnují daň z přidané hodnoty. Cenové rozhodnutí nabývá účinnosti dnem 1. ledna 2010. [4]

## 4.2 Podmínky připojení

Podmínky pro připojení fotovoltaické výroby elektrické energie do distribuční soustavy se řídí výše zmiňovanými zákony, vyhláškami, cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu, dále podmínkami distribuce elektřiny a v neposlední řadě velmi důležitým dokumentem „Pravidla provozování distribuční soustavy (DS)“.

**Podmínky distribuce elektřiny** v návaznosti na vyhlášky a cenová rozhodnutí Energetického regulačního úřadu, vydávají a pravidelně aktualizují distribuční společnosti.

Pro přehled uvádím distribuční společnosti působící na území České republiky.

ČEZ Distribuce, a.s. Teplická 874/8, 405 02 Děčín

- držitel licence na distribuci elektřiny na území Západočeský, Severočeský, Středočeský, Východočeský a Severomoravský kraj,

E.ON Distribuce, a.s. F. A. Gerstnera 2151/6, 370 49 České Budějovice

- držitel licence na distribuci elektřiny na území Jihočeský, Jihomoravský kraj,

PRE Distribuce, a.s. Svornosti 3199/19a, 150 00

- držitel licence na distribuci elektřiny na území Hlavního města Prahy. [7]

### Pravidla provozování DS (PPDS)

Tato důležitá pravidla vytvářejí jednotlivé energetické subjekty podnikající v distribuci elektrické energie. Jsou schvalovány Energetickým regulačním úřadem a navazují na Pravidla provozování přenosové soustavy.

PPDS stanovují minimální technické, plánovací, provozní a informační požadavky pro připojení uživatelů k DS, dále poskytují komplexní informace bez nutnosti pracovat s mnoha souvisejícími právními, technickými a dalšími podklady, dále stanovují základní pravidla, zajišťují spolupráci a koordinaci mezi jednotlivými účastníky trhu s elektřinou.

Pro oblast fotovoltaika jsou z PPDS důležité následující body

2.9.6. Povinný výkup elektřiny z obnovitelných zdrojů

2.10. Fakturační měření

3.6. Všeobecné požadavky na připojení

3.7. Technické požadavky na připojení

3.8. Požadavky na výrobce elektřiny

PPDS mají 6 příloh, z nichž příloha č. 4, určuje pravidla pro paralelní provoz zdrojů se sítí provozovatele distribuční soustavy a je pro připojení fotovoltaické výroby elektřiny zásadní. [7]

### Pro připojení fotovoltaické výroby elektrické energie je třeba:

1) Zákazník (budoucí výrobce) podá žádost a dotazník místně příslušnému provozovateli DS

- **žádost o připojení výroby elektřiny k DS (NN, VN, VVN)**

**Příloha č. 7**

- **dotazník pro vlastní výrobu**

**Příloha č. 8**

2) PDS do 30 dnů vydá **stanovisko**, ve kterém stanoví způsob připojení k DS, podíl žadatele na nákladech provozovatele spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu nebo



výkonu (platba za proudovou hodnotu hlavního jističe u MOO a MOP, popřípadě platba za výkon u VO, tyto platby pouze v případě povinného výkupu), způsob úpravy DS a další podmínky a požadavky, mj. stanoví, předložení dokladů:

- stanovisko provozovatele k žádosti o připojení výrobní
  - doklad o úhradě podílu žadatele na nákladech provozovatele spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu nebo výkonu
  - protokol o provedení cejchu měřících transformátorů proudu (jen u převodového měření)
  - žádost o připojení výrobní elektřiny k DS - **Příloha č. 9**
  - žádost o uzavření smlouvy o podpoře výroby elektřiny - **Příloha č. 10**
  - žádost - smlouva o sdružených službách dodávky - **Příloha č. 11**
  - platná zpráva o revizi elektrického zařízení výrobní
  - platná zpráva o revizi elektrické přípojky nebo stanice včetně technické dokumentace odpovídající jejímu skutečnému provedení
  - stavební povolení
  - adresu předávacího místa s číslem popisným, orientačním a PSČ (popřípadě tel.číslo)
  - adresu pro zasílání faktur s číslem popisným, orientačním a PSČ (popřípadě tel.číslo)
  - občanský průkaz osoby zastupující firmu a úředně ověřené pověření nebo zmocnění k jednání
  - živnostenský list (u podnikatelů – fyzických osob)
  - výpis z obchodního rejstříku – ne starší 3 měsíců (u právnických osob)
  - osvědčení o registraci k daním – pro osvědčení DIČ (vydává příslušný finanční úřad)
  - razítko firmy (používá-li ho firma)
  - číslo účtu a kód peněžního ústavu
  - protokol o provedeném měření zpětných vlivů
- 3) Zákazník (budoucí výrobce) požádá o odsouhlasení projektové dokumentace technika, který vystavil stanovisko
- 4) Samotná realizace stavby elektrárny
- 5) Zákazník (budoucí výrobce) podá žádost - smlouva o připojení výrobní elektřiny k DS a doloží doklady požadované ve vydaném stanovisku
- stanovisko k žádosti o připojení výrobní,
  - územní rozhodnutí nebo stavební povolení nebo ohlášení stavby,
  - zkušební provoz silového transformátoru (pokud je součástí stavby),
  - cejchovní protokoly měřících transformátorů proudu,
  - situační plánec dle skutečného provedení (potvrzený zhotovitelem),
  - jednopólové schéma připojení k DS (potvrzený zhotovitelem),
  - vyjádření k projektové dokumentaci,
  - výchozí revizní zpráva,
  - projektová dokumentace skutečného provedení včetně geodetického zaměření,
  - protokol o nastavení síťových ochran,

- licence vydaná ERU,
  - požadovaný termín uvedení výrobní do provozu.
- 6) Pracovník provozovatele distribuční soustavy založí nové odběrné místo v informačním systému (SAP).
  - 7) Pracovník provozovatele distribuční soustavy provede registraci odběrného místa na OTE (operátor trhu s elektřinou).
  - 8) Pracovník provozovatele distribuční soustavy vystaví smlouvu o připojení výrobní.
  - 9) Pracovník provozovatele distribuční soustavy vystaví smlouvu o podpoře výkupu.
  - 10) Obchodník vystaví smlouvu o sdružených službách dodávky elektřiny.  
(popřípadě obchodník pouze smlouvu na obchod a distributor smlouvu na distribuci)
  - 11) Následně dochází k osazení měření, zapnutí.
  - 12) Zahájení dodávky. [7, 8]

### 4.3 Dotační programy

V současné době v ČR nejsou poskytovány žádné dotační programy na výstavbu fotovoltaických výroben elektrické energie.

Již samotné výkupní ceny vyrobené elektrické energie z OZE byly vypočteny s ohledem na znění §6 zákona 180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů, tak, aby za dobu životnosti výrobní elektřiny z obnovitelných zdrojů, byla výrobcům zajištěna návratnost vložených investic do 15 let a přiměřený zisk.[10]

S ohledem poklesu cen v roce 2009 jednotlivých komponentů, potřebných na výstavbu výrobní, pohybuje se návratnost vložených investic kolem 8 – 10let a tedy s tím spojený velmi zajímavý zisk.

## 5 Technické podmínky pro připojení v dané lokalitě

Technické podmínky pro připojení fotovoltaických elektráren jsou řešeny vždy konkrétně k dané lokalitě. Jako příklad pro posouzení technických podmínek jsem vybral lokalitu Nové Strašecí, kde zákazník požaduje návrh optimalizace připojení výrobní na volném prostranství a střeše budovy.

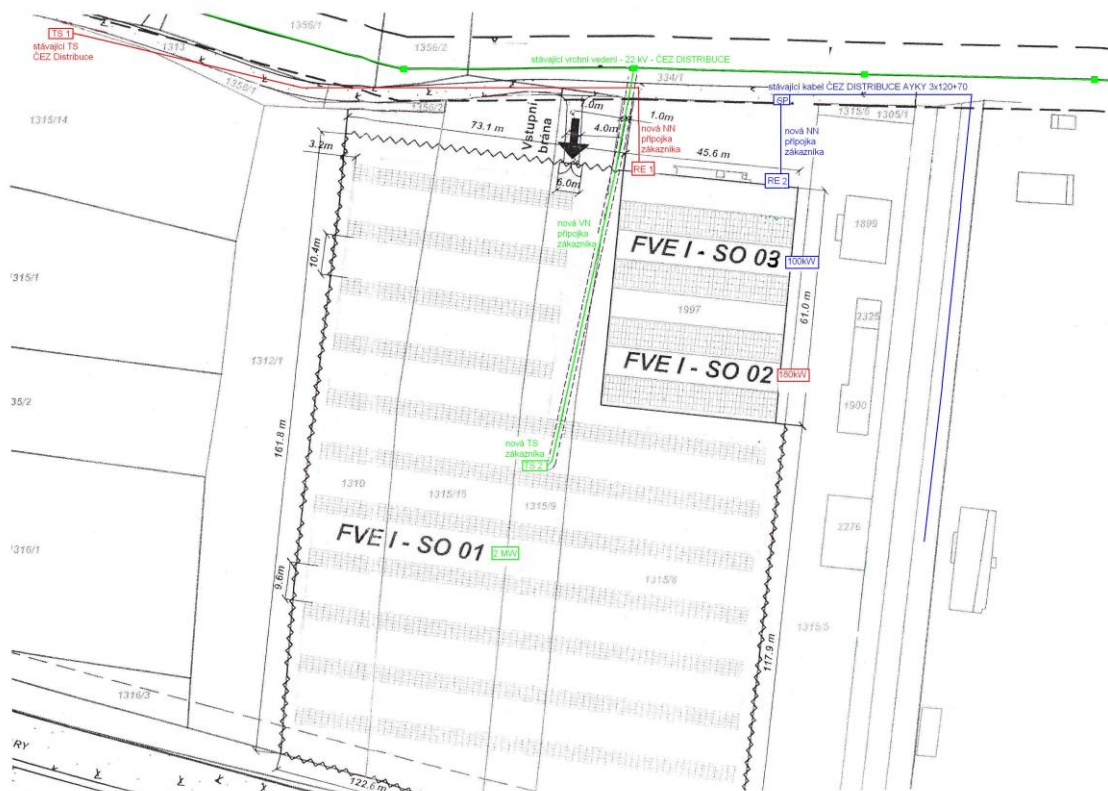
Plocha volného prostranství umožňuje instalaci výrobní o výkonu 2000 kW a plocha střechy umožňuje instalaci výrobní o výkonu 180 kW.

Způsob provozu výrobní je zvolen – přímý, povinný výkup, celá výroba do distribuční sítě (DS). Tento způsob výkupu vyžaduje vybudování samostatného měřeného odběru a dodávky elektrické energie.

Připojení bude navrženo v souladu s vyhláškou č. 51/2006Sb., Pravidla provozování distribuční soustavy (PPDS), Připojovacích podmínek ČEZ Distribuce, a.s. a Podmínek distribuce elektřiny.

Na následujícím obrázku uvádím schéma rozmístění ploch a návrh řešení výrobní.

V blízkosti daného území Nové Strašecí vede vrchní vedení VN ČEZ Distribuce, a.s. (zelená barva), kabelové vedení NN, kabel AYKY 3x120+70 ČEZ Distribuce, a.s. (modrá barva) a nedaleko je umístěna trafostanice 100 kVA ČEZ Distribuce, a.s. (červená barva).



Obr. 14 Schéma rozmístění ploch a návrh připojení výrobní

## 5.1 Způsob připojení, 2000 kW – varianta 1

Z vrchního vedení VN lze napojit výrobní na volném prostranství (označení **FVE I – SO 01**, ve schématu kresleno zeleně) o výkonu 2000kW za těchto podmínek:

Do vedení bude na betonový sloup u pozemku vsazen odpínač Fla pro svislou montáž. Investorem vsazení odpínače bude ČEZ Distribuce, a.s. na základě úhrady měrného podílu na nákladech provozovatele DS spojených s připojením a se zajištěním požadovaného výkonu ve smyslu zákona č. 458/2000 Sb. a vyhlášky č.51/2006 Sb. Nově vybudované zařízení DS zůstane v majetku ČEZ Distribuce, a.s. Z nově vybudovaného odpínače bude vedena nová kabelová přípojka VN k nové trafostanici zákazníka. Vzdálenost od odpínače k trafostanici je 120metrů.

## 5.2 Způsob připojení, 180 kW – varianta 2

K připojení výrobní na střeše o výkonu 180 kW (označení **FVE I – SO 02**, ve schématu kresleno červeně) nelze použít stávající přípojku NN, tvořenou kabelem AYKY 3x120+70. Je nutné vybudovat novou kabelovou přípojku NN do 200 metrů vzdálené trafostanice ČEZ Distribuce, a.s. V trafostanici bude nutná výměna transformátoru a úprava rozvaděče NN. Investorem výměny transformátoru a úpravy rozvaděče NN bude ČEZ Distribuce, a.s. na základě úhrady měrného podílu na nákladech provozovatele DS spojených s připojením a se zajištěním požadovaného výkonu ve smyslu zákona č. 458/2000 Sb. a vyhlášky č.51/2006 Sb. Nově vybudované zařízení DS zůstane v majetku ČEZ Distribuce, a.s.

### 5.3 Způsob připojení, 100 kW – varianta 3

Z kabelové přípojky NN, tvořené kabelem AYKY 3x120+70 a vedoucí poblíž pozemku lze připojit výrobní na střeše pouze o výkonu 100 kW (označení **FVE I – SO 03**, ve schématu kresleno modře). Bude nutné zasmyčkovat kabel AYKY 3x120+70 do nové pojistkové skříně. Investorem zasmyčkování kabelu a vybudování nové pojistkové skříně bude ČEZ Distribuce, a.s. na základě úhrady měrného podílu na nákladech provozovatele DS spojených s připojením a se zajištěním požadovaného výkonu ve smyslu zákona č.458/2000 Sb. a vyhlášky č.51/2006 Sb. Nově vybudované zařízení DS zůstane v majetku ČEZ Distribuce, a.s. Zákazník si vybuduje pouze novou kabelovou přípojku NN z nové pojistkové skříně a to v délce 30 metrů.

Shrňme-li fakta z jednotlivých způsobů připojení, vycházejí pro zákazníka následující úpravy:

1. způsob připojení varianty 1 – pro připojení výrobní o výkonu 2 000 kW je nutné vyhotovit novou kabelovou přípojku VN o délce 120 metrů a vybudovat novou trafostanici včetně měření odběru a dodávky elektrické energie.

Úhrada měrného podílu na nákladech provozovatele DS spojených s připojením a se zajištěním požadovaného výkonu ve smyslu zákona č.458/2000 Sb. a vyhlášky č.51/2006 Sb. činí 300.000,-Kč (1MW – 150.000 Kč, 2 x 150.000 = 300.000 Kč).

2. způsob připojení varianty 2 – pro připojení výrobní o výkonu 180 kW je nutné vyhotovit novou kabelovou přípojku NN o délce 200 metrů. Rozvaděč pro měření odběru a dodávky elektrické energie. Úhrada měrného podílu na nákladech provozovatele distribuční soustavy spojených s připojením a se zajištěním požadovaného výkonu ve smyslu zákona č.458/2000 Sb. a vyhlášky č.51/2006 Sb. činí 150.000,-Kč (jistič 3 x 300A, poplatek za 1A – 500 Kč, 300 x 500 = 150.000 Kč).

3. způsob připojení varianty 3 – pro připojení výrobní o výkonu 100 kW je nutné vyhotovit novou kabelovou přípojku NN o délce 30 metrů. Rozvaděč pro měření odběru a dodávky elektrické energie. Úhrada měrného podílu na nákladech provozovatele distribuční soustavy spojených s připojením a se zajištěním požadovaného výkonu ve smyslu zákona č.458/2000 Sb. a vyhlášky č.51/2006 Sb. činí 80.000,-Kč (jistič 3 x 160A, poplatek za 1A – 500 Kč, 160 x 500 = 80.000 Kč).

Tabulka 4 Měrné podíly žadatelů výroben elektřiny (vyhláška č. 51/2006 Sb.) [4]

Místo připojení k napěťové hladině	Způsob připojení	Měrný podíl žadatele
přenosová soustava	v místě připojení podle stanoviska provozovatele přenosové soustavy	500 000 Kč/MW
distribuční soustava VN	standardní - z přípojníc nové rozvodny typu H nestandardní - připojení ve stávající stanici VVN přímo z přípojníc nebo z vývodového pole vedení ve vlastnictví žadatele	1 200 000 Kč/MW 150 000 Kč/MW
distribuční soustava VN	standardní nestandardní - bez vedení zdroj-rozvodna	640 000 Kč/MW 150 000 Kč/MW
distribuční soustava NN	třífázové připojení	500 Kč/A

## 6 Technicko-ekonomické vyhodnocení variant

Pro technicko-ekonomické vyhodnocení tří variant 2000kW, 180kW a 100kW FVE nejprve vyčísím investiční náklady jednotlivých variant. Poté za pomoci **webového systému Evropské unie PVGIS** (Photovoltaic Geographical Information System) stanovím přesný odhad výroby elektrické energie jednotlivých variant FVE. Nakonec provedu vyhodnocení ekonomické návratnosti. [6]

### 6.1 Investiční náklady

Tabulka 5 Přehled investičních nákladů

	<b>varianta 1</b> 2000kW tis.Kč	<b>varianta 2</b> 180kW tis.Kč	<b>varianta 3</b> 100kW tis.Kč
Modul CS6P 230	98 200	-	-
Modul KYOCERA KD 210 GH-2P	-	10 294	5 718
Měniče	18 200	1 821	1 011
Konstrukce	17 800	1 314	730
Instalační materiál	560	50	27
Rozvaděč	4 200	378	210
Montáž panelů a konstrukcí	4 400	513	285
Doprava a režie	5 060	489	271
Elektromontáž včetně mont. materiálu	3 380	315	175
Projekt,revize	240	110	100
Trafo stanice ELTRAF 2x1000	2 700	45	45
Přípojka VN	300	200	30
Měrný podíl na nákladech ČEZ	300	150	80
<b>Celkem</b>	<b>155 340</b>	<b>15 679</b>	<b>8 682</b>
Celkem za kW <sub>p</sub>	77.69	87.10	86.82

### 6.2 Odhad vyrobené FV elektřiny

Odhad je vypočten pro následující lokalitu: 50°9'42" sever, 13°54'6" východ, nadmořská výška: 469 m n.m.; nejbližší město: Rakovník, 14 km vzdálené od Nového Strašecí.

#### Zadané parametry:

Nominální výkon FV systému: postupně zadán dle variant:

varianta 1 - 2000kW

varianta 2 - 180kW

varianta 3 - 100kW,

(technologie krystalického křemíku)

Sklon modulů: 35.0°

Orientace (azimut) modulů: 0.0°

Odhadované ztráty vlivem úhlu odrazu: 3.0 %

Jiné ztráty (kabele, měnič, atd.): 5.0 %

Celkové ztráty systému: 14.4 %

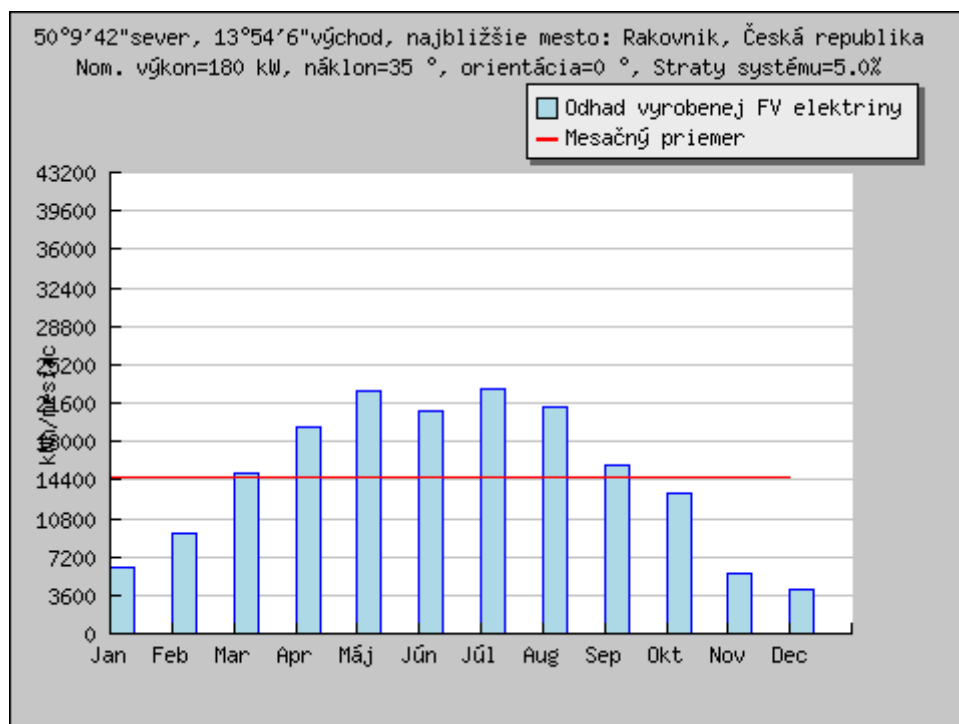
Pro tuto lokalitu jsou k dispozici tyto aplikace:

- 1) Zobrazení [mesačných priemerov energie globálneho slnečného žiarenia](#)
- 2) Zobrazení [priemerného denného chodu intenzity slnečného žiarenia](#)

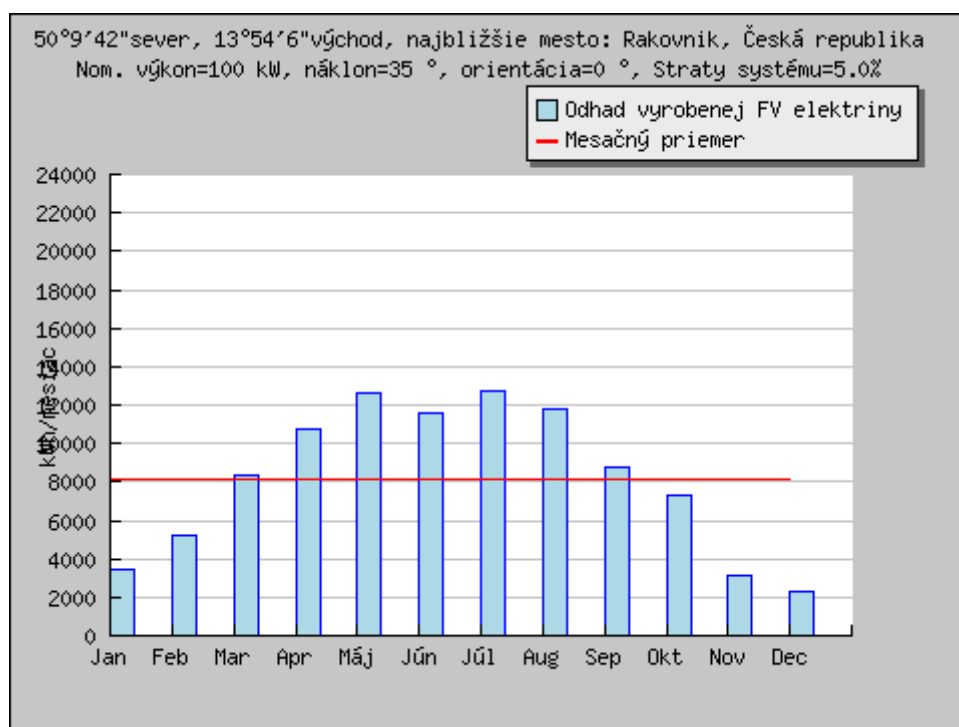
Ukázka zadání údajů do systému pro variantu 1 - výkon 2000kW. Pro ostatní varianty jsou údaje zadání shodné, pouze se měnilo zadání výkonu, a to pro variantu 2 - 180kW a variantu 3 - 100 kW.

PV technology:	kryštalický kremík
Zadajte špičkový inštalovaný FV výkon	2000 kWp
Odhadované straty systému (%) [0,0:100,0]	5.0
Náklon modulov [0;90]	35 °
Orientácia modulov [-180;180] (V:-90 J:0)	0 °
<input checked="" type="radio"/> Použiť zadaný náklon a orientáciu modulov	
<input type="radio"/> Nájsť optimálny náklon pre danú orientáciu	
<input type="radio"/> Nájsť optimálny náklon a orientáciu	
<input type="checkbox"/> Zobrazit' výkon 2-osového sledovacieho systému	
<input type="checkbox"/> Zobrazit' horizont	
<input type="checkbox"/> Zobrazit' energiu slnečného žiarenia na naklonenú rovinu	
Potvrdit' zvolené nastavenie	Potvrdit'

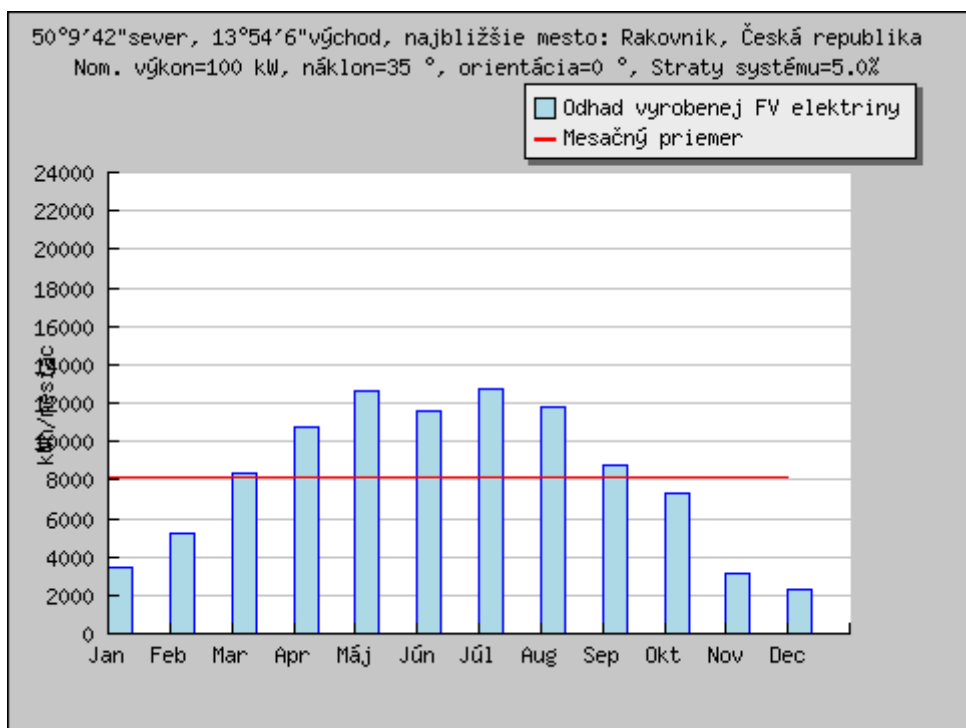
Následující grafy uvádí odhadované množství elektrické energie vyrobené každý měsíc z FV systému na základě definované konfigurace a náklonu a orientace FV modulů.



Obr. 15a Graf množství vyrobené energie – varianta 1 [6]



Obr. 15b Graf množství vyrobené energie – varianta 2 [6]



Obr. 15c Graf množství vyrobené energie – varianta 3 [6]

Tabulka 6 Přehled průměrné hodnoty denní, měsíční a roční výroby

<b>Elektřina vyrobená FV systémem v konfiguraci:</b> <b>náklon – 35°, orientace – 0°, ztráty systému – 5%</b>						
měsíc	<i>Varianta 1</i> <i>nominální výkon</i> <i>2000 kW</i>		<i>Varianta 2</i> <i>nominální výkon 180 kW</i>		<i>Varianta 3</i> <i>nominální výkon 100 kW</i>	
	výroba za měsíc (kWh)	výroba za den (kWh)	výroba za měsíc (kWh)	výroba za den (kWh)	výroba za měsíc (kWh)	výroba za den (kWh)
Leden	69 850	2 253	6 286	203	3 492	113
Únor	104 167	3 720	9 375	335	5 208	186
Březen	167 240	5 395	15 052	486	8 362	270
Duben	214 492	7 150	19 304	643	10 725	357
Květen	253 478	8 177	22 813	736	12 674	409
Červen	231 745	7 725	20 857	695	11 587	386
Červenec	254 444	8 208	22 900	739	12 722	410
Srpen	234 993	7 580	21 149	682	11 750	379
Září	176 160	5 872	15 854	528	8 808	294
Říjen	146 164	4 715	13 155	424	7 308	236
Listopad	61 821	2 061	5 564	185	3 091	103



Prosinec	46 688	1 506	4 202	136	2 334	75
<b>Roční průměr</b>	<b>163 437</b>	<b>5 373</b>	<b>14 709</b>	<b>484</b>	<b>8 172</b>	<b>269</b>
<b>Celková roční výroba (kWh/rok)</b>	<b>1 961 240</b>		<b>176 512</b>		<b>98 062</b>	

### 6.3 Vyhodnocení fotovoltaického systému

Tabulka 7 – Vyhodnocení ekonomické návratnosti

	<b>Varianta 1</b>	<b>Varianta 2</b>	<b>Varianta 3</b>
Celková roční výroba	1 961 240 KWh	176 512 KWh	98 062 KWh
Platba povinný výkup pro zařízení využívající sluneční záření s instalovaným výkonem nad 30 kW uvedeným do provozu od 1.1.2010-31.12.2010	12 150 Kč/MWh	12 150 Kč/MWh	12 150 Kč/MWh
Pevná cena pro decentralní výrobu pro připojení do napěťové hladiny VN	27 Kč/MWh	64 Kč/MWh	64 Kč/MWh
Fakturace za výrobu 12 150 x 1961,24	23 829 066 Kč	-	-
Fakturace za výrobu 12 150 x 176,512	-	2144 620 Kč	-
Fakturace za výrobu 12 150 x 98,062	-	-	1 191 453 Kč
Fakturace za decentralní výrobu 27 x 1961,24	52 953 Kč	-	-
Fakturace za decentralní výrobu 64 x 176,512	-	11 296 Kč	-
Fakturace za decentralní výrobu 64 x 98,062	-	-	6 275 Kč
<b>Celkový roční výnos v Kč/rok, bez DPH</b>	<b>23 882 019 Kč</b>	<b>2 155 916 Kč</b>	<b>1 197 728 Kč</b>
<b>Investiční náklady</b>	<b>155 340 000 Kč</b>	<b>15 679 000 Kč</b>	<b>8 682 000 Kč</b>
<b>Návratnost</b>	<b>6,50 roku</b>	<b>7,27 roku</b>	<b>7,24 roku</b>

Po vyhodnocení všech tří variant vyšla s nejlepší návratností varianta 1- 2000kW na volném prostranství, přestože investice byla navýšena o trafostanici.

Instalace na střeše budovy, varianta 2-180kW a varianta 3-100kW mají takřka totožnou návratnost 7,27 a 7,24 roků. U varianty 2 je sice vyšší výkon, ale vyšší náklady na přípojku, oproti variantě 3, kde je nižší výkon, ale zase nižší náklady na vybudování přípojky.

## **7 Závěr**

Získaných poznatků o fotovoltaických elektrárnách jsem využil při výstavbě FVE. Zrealizoval jsem si vlastní FVE 4,83kW - povinný výkup - na střeše domu, a to od podání žádosti, vyhotovení projektové dokumentace, montáže, uvedení do provozu, získání licence na výrobu a přihlášení k výkupu elektřiny na ČEZ a.s.

V důsledku vysokých výkupních cen a v poslední době razantního snížení ceny modulů a střídačů se stalo budování fotovoltaických elektráren značně výhodnou záležitostí.

Předpokládá se, že v roce 2010 vláda České republiky schválí změnu zákona č.180/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů energií, a to hlavně v bodu, který omezuje snížení výkupních cen. Pravděpodobně ERÚ sníží výkupní ceny pro rok 2011 o více než 20%. To způsobí enormní tlak na českém trhu na dokončení co možná nejvyššího objemu fotovoltaických projektů a jejich uvedení do provozu v roce 2010.

V současné době distribuční společnosti na výzvu provozovatele přenosové soustavy z obavy přetížení přenosové soustavy zastavily přijímání nových žádostí na povolení na stavbu nových fotovoltaických elektráren, a to v oblasti všech výkonů. Lze předpokládat, že po analýze distribučních sítí a přenosové soustavy bude povolování nových výroben opět obnoveno. Lze očekávat, že budou preferovány elektrárny o menším výkonu do 100kW s umístěním na střechách budov.

Několikamegawatovým elektrárnám na volných prostranstvích pravděpodobně již odzvonilo.

## 8 Seznam literatury

- [1] <http://calla.ecn.cz/atlas/>
- [2] <http://www.repp.org/>
- [3] <http://www.svn.cz/>
- [4] <http://www.eru.cz/>
- [5] <http://www.czrea.org/cs>
- [6] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>
- [7] [www.cez.cz](http://www.cez.cz)
- [8] [www.cezdistribuce.cz](http://www.cezdistribuce.cz)
- [9] [www.donauer.eu](http://www.donauer.eu)
- [10] A-Z elektro – specializovaný odborný časopis, 1. ročník leden/únor 2010

## 9 Seznam příloh

- Příloha č. 1    Datový list – fotovoltaický modul – monokrystalický typ  
SANYO HIP-230HDE1
- Příloha č. 2    Datový list – fotovoltaický modul – polykrystalický typ  
KYOCERA KD 210 GH-2P
- Příloha č. 3    Datový list – fotovoltaický modul – tenkovrstvý typ German Solar NH-100 AX
- Příloha č. 4    Střídač KOSTAL PIKO
- Příloha č. 5    Jednopolové schéma a zapojovací schéma FVE – zelený bonus
- Příloha č. 6    Jednopolové schéma a zapojovací schéma FVE – povinný výkup
- Příloha č. 7    Žádost – Smlouva o připojení výroby elektřiny k DS
- Příloha č. 8    Dotazník pro vlastní výrobu
- Příloha č. 9    Žádost o připojení výroby elektřiny k DS
- Příloha č.10    Žádost o uzavření smlouvy o podpoře výroby elektřiny
- Příloha č.11    Žádost – smlouva o sdružených službách dodávky